

⑪ Numéro de publication:

**0 170 598
A1**

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑮ Numéro de dépôt: 85420123.3

⑮ Int. Cl.⁴: C 21 D 8/06

C 21 D 7/13, C 22 C 38/18

⑯ Date de dépôt: 03.07.85

⑰ Priorité: 04.07.84 FR 8411050

⑱ Date de publication de la demande:
05.02.86 Bulletin 86/6

⑲ Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑴ Demandeur: UGINE ACIERS
Elysées La Défense 29, Le Parvis
F-92800 Puteaux(FR)

⑵ Inventeur: Lacoude, Michel
22, rue des Galibouds
F-73200 Albertville(FR)

⑶ Inventeur: Luansl, Michel
9, route de Pallud
F-73200 Albertville(FR)

⑷ Inventeur: Munier, Philippe
139, avenue d'Horgen
F-74210 Faverges(FR)

⑸ Mandataire: Séraphin, Léon et al,
PECHINEY 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cedex 3(FR)

⑹ Procédé de fabrication de barres ou de fil machine en acier inoxydable martensitique et produits correspondants.

⑺ L'invention concerne un procédé de fabrication de barres ou fil machine en acier inoxydable martensitique et les produits obtenus par laminage à chaud.

Dans le procédé, l'acier élaboré a comme composition (% en poids):

C = 0,015 à 0,090 % et N = 0,015 à 0,080 % avec C + N = 0,050 à 0,120 %

Cr = 9,0 à 14,0 % Nb ≤ 0,1 %; ≤ 0,1 %; V ≤ 0,1 %; S ≤ 0,35 %; Si ≤ 1,0 %; Mn ≤ 1,0 %; Ni ≤ 2,0 %; Mo ≤ 1,0 %; P ≤ 0,040 %; Cu ≤ 1,0 %; autres éléments et Fe : le solde.

Le préchauffage ou la fin du dégrossissage à chaud précédant le laminage à chaud final porte le produit entre 1050°C, et 1160°C, le laminage à chaud final produit une réduction de section "S/s" ≤ 3 et est suivi d'un refroidissement homogène à l'air ou avec un moyen utilisant de l'air.

Lorsque S ≤ 0,08 %, les barres ou le fil machine de l'invention ont comme caractéristiques mécaniques : R = 900 à 1100 MPa; E 0,2 = 650 à 850 MPa; A = 12 à 16 %; résilience KCU = 80 à 140 J/cm².

Les barres ou fils machine de l'invention sont utilisés notamment pour la fabrication de pièces mécaniques résistant à la corrosion.

EP 0 170 598 A1

/...

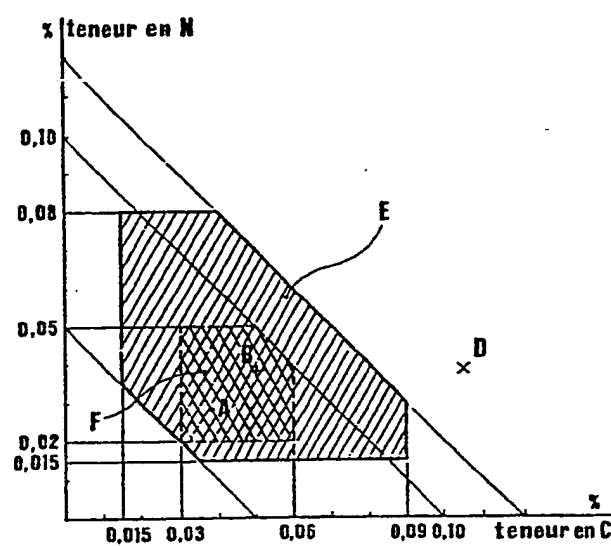


FIG. 3

PROCEDE DE FABRICATION DE BARRES OU DE FIL MACHINE EN ACIER
INOXYDABLE MARTENSITIQUE ET PRODUITS CORRESPONDANTS

Le procédé de la présente invention concerne une méthode de fabrication de
5 barres ou de fil machine en acier inoxydable.

ETAT DE LA TECHNIQUE CONNU

Les aciers inoxydables martensitiques usuels présentant une bonne résistance
10 mécanique correspondent aux appellations selon la norme NF A 35-575 :
"Z12C13" - "Z20C13" - "Z30C13", avec globalement C 0,08 à 0,34 % et Cr 11,5 à
14,0 %. Ce sont des aciers martensitiques, c'est-à-dire ayant une structure à
prédominance de martensite.

15 Après laminage à chaud et refroidissement, ils sont durs et fragiles, et pour
leur conférer une bonne résistance mécanique, on leur applique un traitement
de trempe, puis un revenu, tels que :

- chauffage à 950 à 1050°C
- 20 - trempe à l'huile
- revenu entre 550 et 650°C

et on aboutit aux caractéristiques typiques suivantes :

25 R = 900 à 1100 MPa - E 0,2 = 650 à 850 MPa - A = 12 à 16 % et résilience
KCU = 20 à 60 J/cm².

Cette résilience qui rend en partie compte de la ténacité est médiocre, et on
ne peut l'améliorer en restant dans le domaine des aciers inoxydables qu'en
30 recourant à des aciers plus coûteux tels que "Z6CND 16-04" (norme NF A
35-581) et "Z6CNU 17-04-01" (norme NF A 35-574), qui à l'état trempé-revenu
donnent des caractéristiques (R, E, A) du même niveau que les précédentes
avec une résilience KCU améliorée : 80 à 140 J/cm².

EXPOSE DU PROBLEME

On a cherché à obtenir des barres à environ 13 % Cr ayant des caractéristiques mécaniques du même niveau que celles des aciers inoxydables plus coûteux "Z6CND 16-04" et "Z6CNU 17-04-01", en simplifiant ou en évitant le traitement thermique de trempe + revenu. On a ainsi recherché à obtenir des barres martenstitiques en acier inoxydable à environ 13 % Cr possédant tout à la fois une bonne résistance mécanique, une bonne ductilité, et de façon nouvelle une bonne résilience, avec des conditions de fabrication économiques.

EXPOSE DE L'INVENTION

L'invention consiste en une sélection de composition et en la fixation de conditions de laminage à chaud qui conduisent de façon surprenante aux niveaux de propriétés recherchées dans l'état brut de laminage à chaud.

Les conditions de composition et les conditions de laminage sont les unes et les autres nécessaires pour l'obtention de ces propriétés. Les examens métallurgiques effectués permettent de donner des indications qualitatives sur les effets de ces conditions, effets qui paraissent complexes, et d'indiquer des limites pratiques pour les conditions du procédé de l'invention et les caractéristiques des produits correspondants.

Les aciers inoxydables et semi-inoxydables de l'invention ont les compositions suivantes (% en poids), les intervalles préférentiels indiqués pouvant être pris séparément ou en combinaison quelconque :

- C - 0,015 à 0,090 % et de préférence 0,030 à 0,060 %
- N - 0,015 à 0,080 % et de préférence 0,020 à 0,050 %
avec C + N - 0,05 à 0,120 % et de préférence C + N - 0,050 à 0,100%
- Cr - 9,0 à 14,0 % et de préférence 11,0 à 14,0 % et de préférence encore 11,5 à 13,5 %
- Nb \leq 0,1 %
- V \leq 0,1 %
- S \leq 0,35 % avec 3 intervalles préférentiels

S \leq 0,03 % caractéristiques optimales

S = 0,03 à 0,08 % caractéristiques mécaniques peu modifiées, usinabilité améliorée

0,08 < S ≤ 0,35 %, résilience moins bonne, usinabilité renforcée

- 5 - Si ≤ 1,0 % - Mn ≤ 1,0 % - Ni ≤ 2,0 % et de préférence ≤ 1,0 % - Mo ≤ 1,0 %
 - P ≤ 0,040 %
 - Cu ≤ 1,0 %
 - autres éléments et Fe : le solde.

- 10 Les "autres éléments" sont dans les teneurs habituelles à une élaboration en aciérie électrique à partir de ferrailles. leur total est habituellement inférieur à 0,5 %. En particulier, la teneur en Al résiduel est inférieure à 0,1 %.

- L'ajustement de la teneur totale "C + N" est un point essentiel de l'invention :
 15 elle permet d'élever la résistance mécanique (R, E 0,2) du produit obtenu et de conserver une bonne résilience (KCU). Un exemple montrera l'influence néfaste sur la résilience d'un "C + N" trop élevé.

- Lorsque l'acier est chargé en S, et spécialement lorsque sa teneur en S est
 20 comprise entre 0,08 et 0,30 %, le procédé de l'invention permet d'obtenir des barres brutes de laminage à chaud ou du fil machine qui ont encore des caractéristiques mécaniques très intéressantes. Avec une usinabilité améliorée, ces produits ont en effet des propriétés mécaniques (R, E) d'un très bon niveau avec une résilience d'autant plus faible que la teneur en S est élevée, mais
 25 globalement supérieure à 40 J/cm².

- Des additions éventuelles Nb ≤ 0,1 % et V ≤ 0,1 % ont un effet durcisseur se traduisant essentiellement par une amélioration de la charge de rupture "R" et surtout de la limite élastique à 0,2 % "E 0,2".

30

Une addition de nickel peut être faite si le coût n'en est pas jugé excessif, principalement pour améliorer la résilience. Une telle addition tend à diminuer la proportion de ferrite dans la structure martensite/ferrite.

- 35 Les conditions de laminage nécessaires pour obtenir les caractéristiques mécaniques des barres ou fils machine selon l'invention sont les suivantes : après le dégrossissage à chaud éventuel du produit, suivi ou non d'un

refroidissement, le produit doit être porté à température comprise entre 1050°C et 1160°C avant de subir le laminage à chaud final, cette mise préalable à température étant obtenue soit par un préchauffage ou réchauffage, soit par des conditions de dégrossissage entraînant cette température lors de l'arrivée
 5 du produit au laminage final. Le laminage à chaud final du produit ainsi porté entre 1050 et 1160°C est alors effectué en pratique à température inférieure ou égale à 1150°C (le produit se refroidit de 10°C ou plus lors de l'engagement de ce laminage), et il doit produire une réduction de section "S/s", où "S" est la section droite du produit à l'engagement de ce laminage à chaud final et "s"
 10 la section droite obtenue à la fin dudit laminage à chaud final, au moins égale à 3. Les essais ont montré que le laminage à chaud final devait être terminé de préférence entre 1050 et 950°C, températures du produit. Enfin, le laminage à chaud final doit être suivi d'un refroidissement homogène à l'air. Des moyens de refroidissement accéléré tel que de l'air soufflé ou des brouillards (eau +
 15 air) peuvent être utilisés, pourvu que le refroidissement reste homogène, c'est-à-dire que les vitesses de refroidissement doivent peu différer d'une section droite à une autre du produit. Le préchauffage avant le laminage à chaud final peut également être effectué en-dessous de 1050°C, par exemple entre 1000°C et 1050°C, mais le procédé tout en restant applicable devient plus
 20 difficile à mettre en oeuvre.

Comme on le verra à propos des essais, l'ajustement de la température de laminage est important en même temps que l'ajustement de la composition pour les réglages de la teneur en ferrite, de la teneur en (C + N) dissous et de la
 25 taille de grain sur produit, facteurs tous particulièrement importants pour l'obtention directe du compromis très surprenant de caractéristiques mécaniques des barres ou fil machine bruts de laminage à chaud selon l'invention :

. si $S \leq 0,08 \%$ - R ~ 900 à 1100 MPa - E 0,2 ~ 650 à 850 MPa - A ~ 12 à
 30 16 % - résilience KCU ~ 80 à 140 J/cm²

. si S est supérieur à 0,08 % et inférieur ou égal à 0,35 % - R ~ 900 à 1100 MPa - E 0,2 ~ 650 à 850 MPa - A $\geq 10 \%$ - résilience KCU ≥ 40 J/cm².

35 Les barres ou fil machine selon l'invention sont reconnaissables par l'ensemble de leurs caractéristiques mécaniques et de leur analyse, ces caractéristiques mécaniques étant singulières pour une telle analyse. Ils sont aussi caractérisés

en complément par une proportion de ferrite dans la martensite inférieure à 30 % et typiquement comprise entre 15 et 25 %, ainsi que par un diamètre moyen de grain ou de phases (martensite et ferrite) équivalent à 5 à 10 ASTM (spécification ASTM E 112), soit 65 μm à 11 μm . Ces caractéristiques structurales sont en bonne partie responsables des caractéristiques mécaniques.

Les barres selon l'invention se présentent sous la forme de barres brutes de laminage à chaud, ou laminées à chaud puis dressées avec éventuellement une finition de surface, de diamètre ou épaisseur compris entre 15 et 250 mm et de préférence entre 15 et 120 mm.

Le fil machine de diamètre compris entre 5 et 35 mm selon l'invention se présente habituellement en couronne ou en barres dressées. A la sortie du laminage à chaud final, le refroidissement est surtout fait en couronnes ou en spires décalées.

ESSAIS ET EXAMENS

Les résultats de quatre séries d'essais et des examens complémentaires permettront de mieux comprendre l'invention et ses divers aspects.

La figure 1 représente l'évolution de la proportion de ferrite en fonction de la température de préchauffage, dans le cas de la coulée (A) correspondant à la première série d'essais.

25

La figure 2 situe les limites élastiques E 0,2 en fonction des % ferrite pour les barres obtenues dans les première et troisième séries d'essais.

La figure 3 représente les domaines de teneurs extrêmes (C %, N %) des barres ou fils machine de l'invention.

30

. Première série d'essais

On a effectué une coulée (A) en carrés de 250 mm ayant pour analyse (% en poids) :

35

$$C = 0,038 - N = 0,029 \text{ donc } C + N = 0,067$$

Cr - 12.36 - V - 0.032 - S - 0.016 - Si - 0.27 - Mn - 0.42

Ni - 0.28 - Mo - 0.07 - P - 0.019 - Cu - 0.11

impuretés inevitables et Fe : le solde.

- 5 Le dégrossissage à chaud a été effectué au blooming comme d'habitude à 1200-1250°C environ, transformant les carrés de 250 mm en carrés de 148 mm.

- Les carrés de 148 mm refroidis ont ensuite été préchauffés dans un four à diverses températures comme indiqué dans le tableau puis laminés à chaud en final par passes successives jusqu'aux diamètres portés dans le tableau et refroidies à l'air. D'après les mesures effectuées au pyromètre optique, on a estimé que la température des barres en fin de laminage était dans tous les cas comprise entre 950 et 1000°C.
- 10

15 TABLEAU DES RESULTATS

	Rep.	Ø barres laminées (mm)	Temp. de préchauf. (°C)	CARACTERISTIQUES SUR BARRES LAMINEES						
				R (MPa)	E 0,2 (MPa)	AZ	Strict. Z Z	KCU (J/cm ²)	Taille moyenne grain (ASTM)	% Ferrite dans la martensite
20	A 1	20	1120/1140	1085	790	16	64	116-122	8-9	19
25	A2	35	1080/1100	1015	695	14	52	104-106	bord: 8-9 coeur 7-8	26
	A3	50	1160	1055	765	12	45	102-110	bord: 7-8 coeur 6-8	23
30	A4	65	1080/1100	1035	685	14	53	118-132	5-7	22
	A5	80	1080/1100	1060	720	14	60	94-98	bord: 7-9 coeur 6-8	18-20
35	A6	80	1240	1005	610	4	8	28-28	bord: 3-5 mi-ray. 1-3 coeur 2-4	22-26

Ces résultats montrent l'excellent niveau des caractéristiques mécaniques obtenues pour les barres A1 à A5 préchauffées selon les cas entre 1080 et 1160°C et laminées selon les cas entre 1150°C et 950°C (température des barres), avec une réduction de section S/s minimale dans le cas des barres

5 "A5" et égale alors à :

$$(148)^2 / \frac{\pi}{4} \times (80)^2 = 4,3$$

La réduction de section maximale est celle des barres A1 ϕ 20 mm avec S/s = 69.

10 Le cas des barres "A6" préchauffées à 1240°C et donc laminées à chaud à partir de 1220-1230°C montre bien l'effet néfaste sur la ductilité (A %, Z %) et sur la résilience KCU de cette surchauffe relative. Ce sont surtout les grains beaucoup plus grossiers à mi-rayon et à coeur que dans les barres préchauffées et laminées dans les conditions de l'invention qui expliquent ces mauvais
15 résultats. Par comparaison avec les barres "A5", on voit que la limite élastique obtenue avec ces conditions de préchauffage et de laminage à chaud est également diminuée et que la charge de rupture semble aussi légèrement affectée.

20 . Deuxième série d'essais

Une grosse barre de la coulée A a été transformée par laminage et par forgeage en plats d'épaisseur 20 mm, dont des prélèvements ont été portés 30 mm à diverses températures de réchauffage allant de 850 à 1300°C puis
25 refroidies rapidement par trempe à l'eau. Sur chaque prélèvement, on a déterminé sur coupe micrographique la proportion de ferrite " α %" dans la martensite. Les résultats sont portés sur la figure 1. La courbe (f) qui relie les points figuratifs appelle les commentaires suivants : pour cette coulée A et pour des prélèvements ainsi réchauffés et trempés, α % passe par un minimum
30 (2 %) pour la température de réchauffage de 1050°C. Les teneurs en ferrite α % < 10 sont obtenues pour des températures de préchauffage comprises entre 950 et 1150°C. On a ainsi une indication qualitative : l'ajustement de la température de préchauffage et de laminage est certainement important pour le réglage de la teneur en ferrite. Il faut minimiser la teneur en ferrite pour
35 obtenir une bonne résilience et une bonne résistance mécanique, donc préchauffer et laminar dans un intervalle de température restreint dépendant à

la fois de cet effet dans les conditions dynamiques réelles et d'autres facteurs très importants : mise en solution et maintien en solution de C et de N pour durcir la matrice, obtention d'une structure à grain fin (préchauffage et recristallisation au cours du laminage).

5

Troisième série d'essais

On a élaboré une coulée (B) d'analyse (% en poids) :

- 10 C = 0,050 - N = 0,038 donc C + N = 0,088 - Cr = 12,55 -
 S = 0,06 - Si = 0,34 - Mn = 0,45 - Ni = 0,19 - Mo = 0,05 - P = 0,019
 Cu = 0,11 - impuretés inévitables et Fe : le solde.

- Les carrés coulés de 250 x 250 mm ont été transformés à chaud comme
 15 préalablement et on a effectué des essais semblables en partant de carrés de 148 mm, avec refroidissement à l'air des barres obtenues. La température des barres en fin de laminage était comprise entre 950 et 1000°C. Les températures de préchauffage et les caractéristiques mécaniques obtenues sur les barres sont rassemblées dans le Tableau ci-dessous :

20

Rep.	Ø barres laminées (mm)	Temp. préch. (°C)	CARACTERISTIQUES SUR BARRES LAMINEES				
			R (MPa)	E 0,2 (MPa)	A %	Strict. Z %	KCU (J/cm ²)
25	B1	20	1080	770	16	63	134
	B2	25	1035	695	18	63	134
	B3	33	1020	685	17	63	125
30	B4	35	995	615	13	51	60

- Ces essais correspondant à une teneur (C + N) plus élevée que dans les premiers essais en sont une confirmation. La température de préchauffage de
 35 1180°C pour "B4" affecte fortement la résilience KCU et plus faiblement mais de façon nette : d'abord la ductilité (A % et Z %), et ensuite surtout E 0,2. Le rapprochement des résultats de "B4" et "A6" montre bien l'effet progressif

de la "surchauffe" par rapport à la température de préchauffage limite de 1160°C (barres "A3") selon l'invention.

Examens complémentaires

5

On a porté les limites élastiques des barres des deux coulées (A) et (B) (première et troisième séries d'essais) sur le graphique de la figure 2.

10 Ce graphique montre que dans l'intervalle de teneur en ferrite α % de 18 à 35 %, une réduction de α % de 10 % correspond en moyenne à une augmentation de E 0,2 de environ 100 MPa.

Quatrième série d'essais

15 On a testé un acier (D) à teneur en (C + N) plus élevée que celles de l'invention, d'analyse :

20 C = 0,105 - N = 0,039 donc C + N = 0,144 - Cr = 12,19 - Nb = 0,073 - V = 0,073 - S = 0,015 - Si = 0,41 - Mn = 0,92 - Ni = 0,18 - Mo = 0,46 - P = 0,021 - Al = 0,02 - impuretés et Fe : le solde.

Cet acier a été laminé en barres ϕ 80 mm à 1100°C avec un rapport "S/s" de 4. Les caractéristiques mécaniques obtenues sur ces barres sont :

25 R = 1210 MPa - E 0,2 = 1060 MPa - A = 15 %
striction Z % = 60 - KCU 5-10 J/cm².

30 On obtient donc avec (C + N) aussi élevé une résilience très faible, et lorsque (C + N), et encore plus à la fois (C + N) et S, augmentent il s'ajoute à cette résilience très faible un risque de tapure pour les barres.

Commentaires : effet de (C + N)

35 La figure 3 situe d'une part les points figuratifs (C %, N %) des coulées (A) - (B) et (D), d'autre part le domaine (E) de teneurs (C %, N%) selon l'invention ainsi que le domaine préférentiel (F) le plus étroit.

Le durcissement des barres, traduit par l'augmentation de R et de E 0,2, dépend de façon importante de la teneur en (C + N) dissous. De petites additions de Nb \leq 0,1 % et/ou de V \leq 0,1 % jouent également un rôle durcisseur. Dans le cas des barres (D), les bonnes caractéristiques R et E 0,2 sont liées à la teneur en (C + N) élevée et aux petites additions de Nb et de V, mais les teneurs en (C, N) sont en dehors du domaine de l'invention et la résilience est très faible.

On a vu par ailleurs dans les première et troisième séries d'essais l'influence de la température de préchauffage et de laminage à chaud final lorsqu'on est dans le domaine de compositions de l'invention. Par comparaison avec le traitement de trempe classique, qui comporte typiquement un chauffage de mise en solution entre 950 et 1050°C, l'effet de ce préchauffage et de ce laminage à chaud selon l'invention est de dissoudre au mieux (C et N) et de les maintenir au mieux en solution. Tandis que l'accroissement de C augmente en outre légèrement la trempabilité, l'accroissement de N peut contribuer à la finesse du grain de recristallisation au cours du laminage grâce à la précipitation de petits nitrures.

20 Les effets métallurgiques de C, N, C + N et des températures de préchauffage et de laminage paraissent ainsi complexes et "enchevêtrés", car ils influencent à des degrés divers :

- la taille de grain,
- 25 - la proportion de ferrite dans la martensite,
- la dureté de la matrice,

dont le rôle paraît important pour comprendre qualitativement les résultats surprenants de l'invention. L'ajustement de (C + N) est un facteur
30 particulièrement important.

Le procédé est particulièrement adapté à la production de barres ou fil machine avec des moyens de laminage à chaud en continu.

35 Les barres ou fils machine de l'invention sont utilisés notamment pour la fabrication de pièces mécaniques résistant à la corrosion, travaillant au contact

d l'eau, d la vapeur d'eau, de vin ou de bière : telles que des arbres, pistons, chemises, vannes ou pièces de boulonnerie.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication de barres ou fil machine en acier inoxydable martensitique, dans lequel on élabore un acier et on le coule sous forme de produits, puis dans lequel on transforme les produits coulés par corroyage à chaud comprenant un éventuel dégrossissage à chaud, un éventuel préchauffage et un laminage à chaud final, caractérisé en ce qu'on élabore un acier de composition (% en poids) : C - 0,015 à 0,090 % et N - 0,015 à 0,080 % avec C + N - 0,05 à 0,120 %; Cr 9,0 à 14,0 %; Nb \leq 0,1 %; V \leq 0,1 %; S \leq 0,35 %; Si \leq 1,0 %; Mn \leq 1,0 %; Ni \leq 2,0 %; Mo \leq 1,0 %; P \leq 0,040 %, autres éléments et Fe : le solde, et en ce que le préchauffage ou la fin du dégrossissage à chaud précédant le laminage à chaud final porte le produit à une température comprise entre 1000°C et 1160°C, et en ce que le laminage à chaud final effectué à température inférieure ou égale à 1150°C produit une réduction de section "S/s" au moins égale à 3 et est suivi d'un refroidissement homogène à l'air ou avec un brouillard (eau + air).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'acier élaboré contient : Cr - 11,0 à 14,0 %.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'acier élaboré contient : C - 0,030 à 0,060 % et N - 0,020 à 0,050 % avec C + N \leq 0,100 %.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le préchauffage ou la fin du dégrossissage à chaud précédant le laminage à chaud final porte le produit à une température comprise entre 1050°C et 1160°C.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le laminage à chaud final est terminé entre 1050 et 950°C (température du produit).

6. Barre ou fil machine en acier inoxydable martensitique, caractérisé en ce qu'il a comme composition (% en poids) :

C - 0,015 à 0,090 % et N - 0,015 à 0,080 % avec C + N - 0,05 à 0,120 %

Cr ~ 9,0 à 14,0 %; Nb \leq 0,1 %; V \leq 0,1 %; S \leq 0,35 %; Si \leq 1,0 %; Mn 1,0 %; Ni \leq 2,0 %; Mo \leq 1,0 %; P \leq 0,040 %; Cu \leq 1,0 %; autres éléments et Fe : le solde,

5 et en ce qu'elle ou il a comme caractéristiques mécaniques :

R - 900 à 1100 MPa; E 0,2 - 650 à 850 MPa; A \geq 10 %; résilience KCU \geq 40 J/cm².

10 7. Barre ou fil machine selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'elle ou il contient : C - 0,030 à 0,060 % et N - 0,020 à 0,050 % avec C + N \leq 0,100 %.

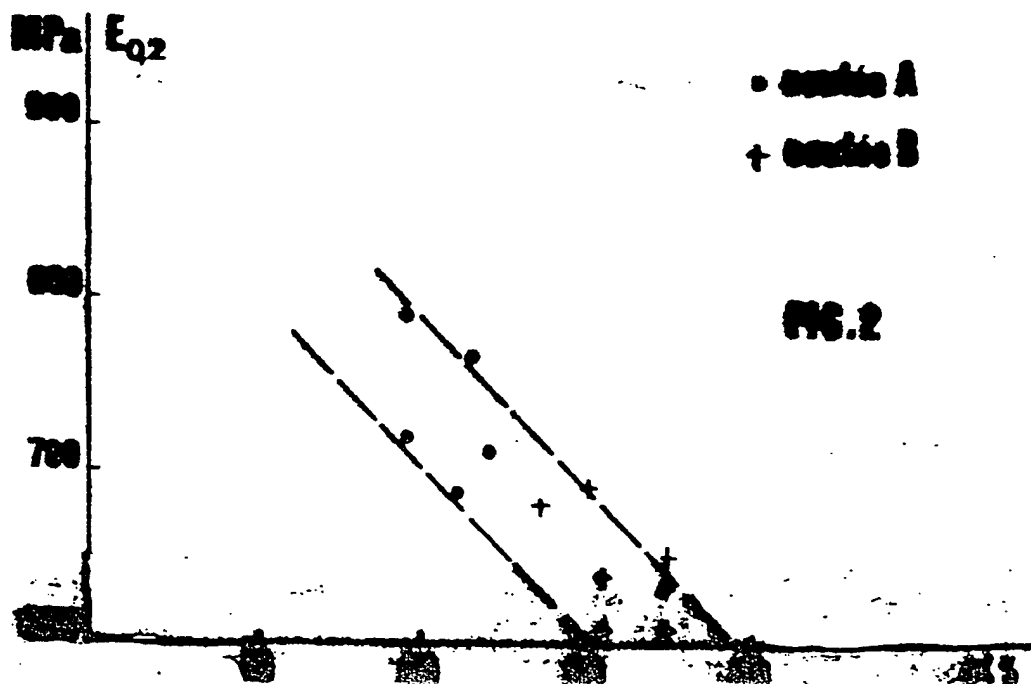
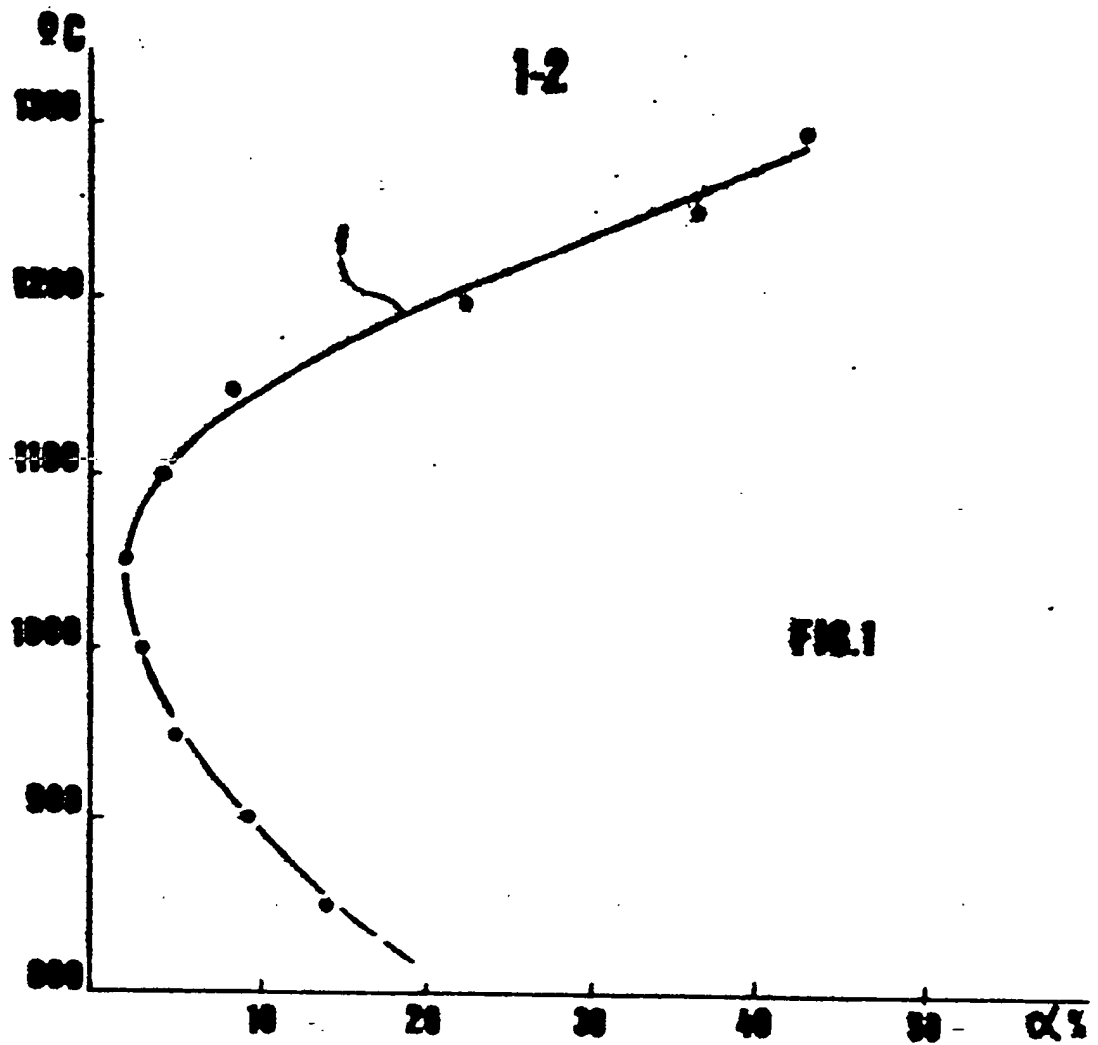
8. Barre ou fil machine selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce qu'elle ou il contient S \leq 0,08 % et en ce qu'elle ou il a
15 comme caractéristiques mécaniques : R - 900 à 1100 MPa; E 0,2 - 650 à 850 MPa; A - 12 à 16 %; résilience KCU - 80 à 140 J/cm².

9. Fil machine selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, de diamètre ou épaisseur compris entre 5 et 35 mm, en barres dressées ou en couronnes.

20

10. Barre selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, de diamètre ou épaisseur compris entre 15 et 250 mm.

25



2-2

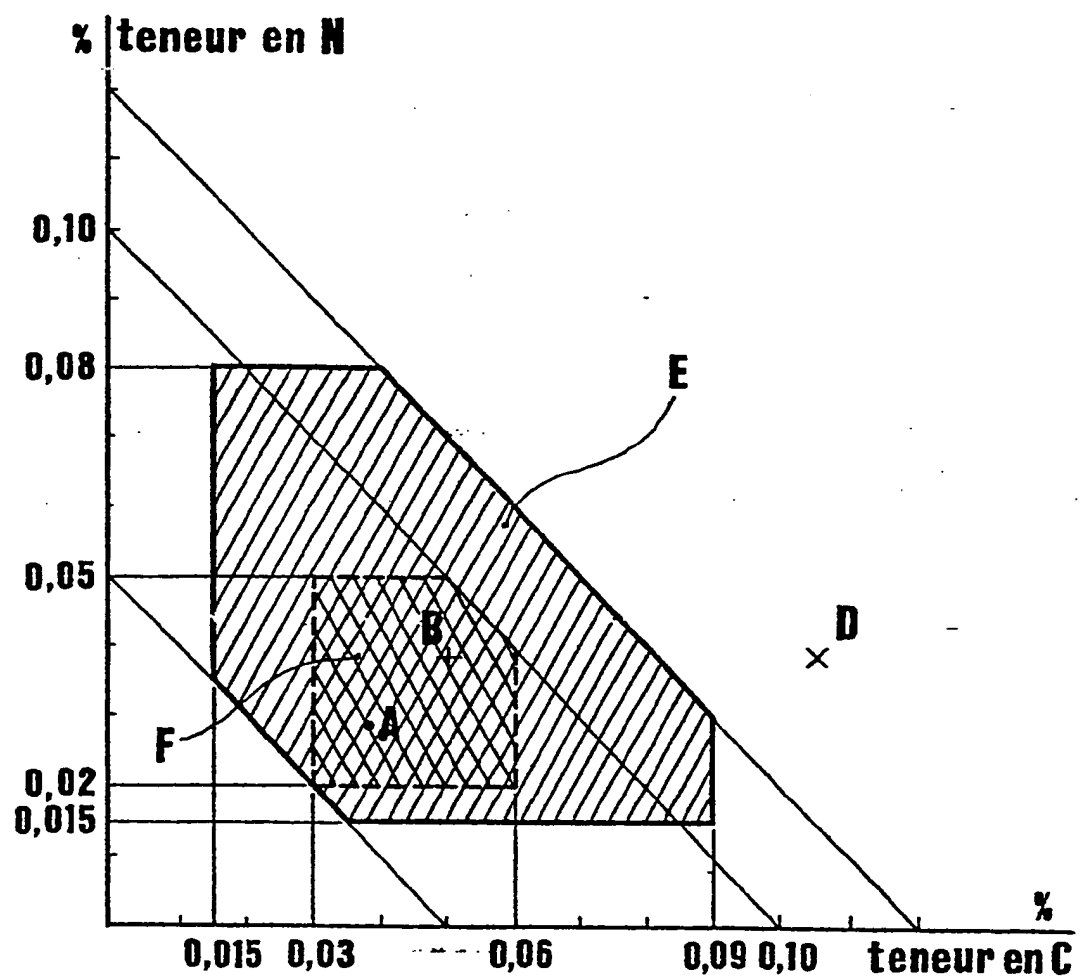


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0170598
Numéro de la demande

EP 85 42 0123

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	GB-A- 883 712 (CARPENTER STEEL)	6	C 21 D 8/06 C 21 D 7/13 C 22 C 38/18
A	US-A-3 832 244 (K.E. PINNOW et al.)	1	
A	US-A-2 384 566 (H.S. SCHAUFUS)	1	
A	US-A-1 786 297 (H.M. GIVENS et al.)	1,6	
A	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 7, no. 232 (C-190) [1377], 14 octobre 1983, page 70 C 190; & JP - A - 58 123 822 (DAIDO TOKUSHUKO K.K.) 23-07-1983		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			C 21 D C 22 C
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07-10-1985	Examineur MOLLET G.H.J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	